

Bilag 3

Forfattet resumé af specialet

Dorte Haubjerg Søgaard

O₂ dynamik i kunstig og naturlig havis: Influenceret af alger, bakterier og fysiske processer

Resumé

Mit speciale projekt var sammensat af tre videnskabelige artikler.

- 1) Dynamics of autotrophic and heterotrophic activity in Arctic first-year sea-ice: Case study from Malene Bight, SW Greenland
- 2) Planar optodes on sea-ice dynamics: a new *in vitro* approach for determination of autotrophic production within brine channels of undisturbed sea ice.
- 3) Effect of pH and salinity on growth and survival of two Arctic sea-ice diatoms, *Fragilariopsis sp.* and *Fragilariopsis nana*, and the Arctic sea-ice alga, *Chlamydomonas sp.*

De undersøgelser, der er præsenteret i de tre artikler blev udført for at: 1) undersøge den sæsonmæssige variation af den autotrofiske og heterotrofiske dominans i havis i Malene Bugt, Sydvestgrønland 2) udvikle en ny metode til bestemmelse og kvantificering af biotiske og abiotiske processer i kunstigt dannet havis og 3) bestemme vækstraterne for tre havis alge arter i et laboratorieforsøg hvor de udsættes for forskellige salinitet og pH niveauer der svarer til den naturlige variation i brinekanalerne i havisen.

Der har i de seneste år været stor fokus på måling af primær produktion i Arktisk havis. Derimod har målinger af den autotrofiske og heterotrofiske dynamik i havis fået begrænset opmærksomhed. I artikel 1 målt den autotrofiske og heterotrofiske aktivitet gennem en hel issæson (februar til midten af April). Målingerne viste, at den autotrofiske aktivitet var dominerende igennem det meste af issæsonen, men en overvejende heterotrofisk-domineret fase blev observeret sent i marts forud for havis algeopblomstringen. Derudover viste studiet at lystilgængeligheden var den væsentligste faktor, der regulerede havis alge aktiviteten. Før april, hæmmede det tykke snedække enhver betydelig havis primærproduktion ($<0.5 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) i Malene Bugt, men som snedækket forsvandt, blev lystilgængeligheden højere, og havis algebiomassen begyndte at blomstre, hvilket resulterede i høje primærproduktivitetens målinger (9.54 mg C m^{-2}

d⁻¹). Den maksimale bakterie assimilering på 6.40 mg C m⁻²d⁻¹ blev observeret sent i havissæsonen, og var sammenfaldende med den maksimale primærproduktion.

Resultaterne fra artikel 2 viste, at den samlede abiotiske flux af ilt fra en voksende havis var ca. 230 gange højere end den maksimalt mulige biotisk forårsagede iltflux. Eksperimenterne var udført i et gastæt "flow-through" kammer, hvori is kunne dannes. Endvidere kunne istilvækst, istykkelse og formen af isen reguleres ved at ændre på temperatur, omrøring og flow rate gennem kammeret. Ved hjælp af ilt- og konduktivitetssensorer fastgjort i kammeret, samt massebalanceberegninger, blev den abiotiske flux af salt og ilt fra en voksende is bestemt. Med en forholdsvis ny teknik til anvendelser på is, planar optoder, blev der fundet og målt på biotisk respiration og produktion i en uforstyrret *in vitro* kunstigt fremstillet havis. Denne is var inokuleret med alger, der oprindeligt var isoleret fra naturlig havis. For at teste ¹⁴C metoden, der ofte bruges til at måle primær produktion i havis, blev isen med havis alger smeltet og radioaktivt mærket ¹⁴C blev tilsat det smeltede vand for videre sammenligning med produktionen fundet fra planar optoder. De to metoder viste stort set samme produktivitet, selvom de målte på to forskellige medier; den ene (planar optode) på is og en anden (¹⁴C-metoden) på vand.

Artikel 3 viste, at de to pennate kiselalger *Fragilariopsis nana* og *Fragilariopsis sp.* var i stand til at vokse ved de fleste salinitets niveauer, men ved saliniteter over 75 blev væksten hæmmet. *Chlamydomonas sp.* havde højest vækstrate (0.67 d⁻¹) ved en salinitet på 50, hvilket tyder på, at *Chlamydomonas sp.* er mere salt tolerant end de to kiselalger, men *Chlamydomonas sp.* kunne ikke gro når saliniteten var over 100.

Chlamydomonas sp. kan have en konkurrencemæssig fordel om vinteren og i toppen af havisen, hvor saliniteten som regel er høj.

Vækstraten for *Fragilariopsis nana* var højest ved pH 8.0 (0.24 d⁻¹), men væksten blev hæmmet ved pH niveauer over 9.0. *Fragilariopsis sp.* var i stand til at vokse ved pH 8.0 til 10.0, men den maksimale vækstrate på 0.50 d⁻¹ blev observeret ved pH 8.5. *Chlamydomonas sp.* var i stand til at vokse ved alle de testede pH niveauer (pH 8.0, 8.5, 9.0, 9.5 og 10.0), hvor den maksimale vækstrate på 0.51 d⁻¹ blev observeret ved pH 8.0. Evnen til at tolerere forhøjede pH-niveauer kan være vigtig i løbet af foråret og om sommeren, hvor høj primærproduktion kan resultere i høje pH niveauer i havisen.

Konklusion

Resultaterne fundet i mit speciale viste, at havisen er et dynamisk habitat, hvor samspillet mellem fysiske, kemiske og biologiske egenskaber bestemmer successionen og aktiviteten af mikroorganismer i havisen. Lystilgængeligheden viste sig dog at være den vigtigste faktor der regulerede algerne aktivitet og biomasse opbygning i havisen i Malene Bugt, Nuuk. Desuden viste havis algerne at være tolerante overfor et bredt spektrum af salinitet og pH niveauer. Ved ekstreme høje niveauer vil algerne vækst dog blive hæmmet. Specialet understøtter den generelle opfattelse, at alger og bakterier forbliver aktive i havisen selvom de er udsat for store udsving i lystilgængelighed, saltholdighed og pH niveauer. Dette speciale havde fokus på de biotiske processer i havisen, men igennem mit specialeforløb blev jeg klar over, at for at forstå betydningen af havis for det marine økosystem i Grønland og det globale klima generelt, skal samspillet mellem de biologiske, fysiske og kemiske parametre belyses.